

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБСАДНЫХ ТРУБ ВЫСОКИХ ГРУПП ПРОЧНОСТИ

Ануфриев Н.П., Лаев К.А., Есаулков А.А.

ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (ОАО «РосНИТИ»),
лаборатория металлургических технологий
AnufrievNP@sinara-group.com

Проведен комплекс исследований, в результате которых были предложены экономнолегированные составы сталей и рациональные режимы термической обработки для опытно-промышленного опробования при производстве обсадных труб и муфтовых заготовок групп прочности P110 и Q125 по стандарту API Spec5CT.

В настоящее время на заводах группы ТМК для производства обсадных труб высоких групп прочности по стандарту API Spec 5CT (P110 и Q125), уровень требований к которым приведен в таблице 1, применяют хромомолибденовые стали, микролегированные ванадием и ниобием.

Таблица 1 - Требования стандарта API Spec 5CT к механическим свойствам высокопрочных обсадных труб ¹⁾

Группа прочности	Предел прочности, мин. МПа	Предел текучести, МПа
P110	862	758-965
Q125	931	862-1034
¹⁾ Требования к относительному удлинению и поглощенной энергии устанавливаются в зависимости от типоразмеров образцов и толщины стенки труб.		

Комплексное легирование сталей одновременно хромом, молибденом, ванадием и ниобием приводит к значительному повышению себестоимости изготовления непрерывно-литой заготовки.

Поэтому целью настоящей работы является разработка экономнолегированных составов сталей и режимов термической обработки, позволяющих изготовить данный вид продукции с более низкой себестоимостью.

Проведена лабораторная выплавка опытных сталей на основе 0,25 %С–0,50 %Mn–1,0 %Cr. Для определения влияния легирующих элементов на комплекс механических свойств и структурные параметры в опытных марках:

- изменяли содержание молибдена от 0,15 до 0,55 %;

- дополнительно вводили в сталь 0,02–0,06 % ванадия и (или) ниобия, либо полностью исключали данные элементы из химического состава;
- содержание углерода, марганца и хрома сохранялось неизменным.

Выплавленные слитки были прокатаны в прутки диаметром 16 мм на универсальном стане 250/105×350 в температурном интервале от 1200 до 850 °С. После прокатки прутки охлаждали на спокойном воздухе.

Методом термического анализа определены критические точки A_{c1} и A_{c3} исследуемых сталей при нагреве и построены термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита после изотермической выдержки в интервале температур от 890 до 910 °С и последующего охлаждения с различными скоростями.

В ходе металлографических исследований была изучена микроструктура опытных сталей в горячекатаном, закаленном, нормализованном и отожженном состояниях. Методом подсчета пересечений границ зерен по ГОСТ 5639-82 был оценен средний условный диаметр действительного зерна опытных сталей и определен его балл при повышении температуры аустенитизации от 850 до 950 °С.

Проведены испытания опытных сталей на прокаливаемость от температуры 900 °С после аустенитизации в течение 20 минут в соответствии с требованиями стандарта ASTM A 255-10.

После лабораторной термической обработки образцов по режимам «закалка от 900 °С + отпуск при 600, 630, 660, 690 и 720 °С» проведены испытания на растяжение (при комнатной температуре) и ударный изгиб (при температуре минус 60 °С). По их результатам оценен полученный уровень свойств опытных сталей в зависимости от химического состава и температуры отпуска.

Проведенный комплекс исследований позволил разработать научно-обоснованный подход к рациональному легированию трубных сталей, предназначенных для производства высокопрочных обсадных труб. Предложены экономнолегированные составы сталей и режимы термической обработки для опытно-промышленного опробования труб и муфтовых заготовок групп прочности P110 и Q125 по стандарту API Spec5CT.